

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 547 682** ⁽¹³⁾ **C1**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[C23C 22/56 \(2006.01\)](#)[C23C 22/78 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**Статус: действует (последнее изменение статуса: 27.07.2018)
Пошлина: учтена за 6 год с 10.10.2018 по 09.10.2019(21)(22) Заявка: [2013144997/02](#), 09.10.2013(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
09.10.2013

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **09.10.2013**(45) Опубликовано: [10.04.2015](#) Бюл. № **10**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 157587 A1, 03.10.1963. RU
2036978 C1, 09.06.1995. RU 2463384 C1,
10.10.2012. US 2004138058 A1, 15.07.2004. SU
1526881 A1, 07.12.1989

Адрес для переписки:

**620010, г.Екатеринбург, И-10, ул.
Грибоедова, 32, ОАО "СвердНИИхиммаш"**

(72) Автор(ы):

**Денисенко Виктор Иванович (RU),
Пластун Анатолий Трофимович (RU),
Зарубин Иван Владимирович (RU),
Бекетов Аскольд Рафаилович (RU),
Баранов Михаил Владимирович (RU),
Луконин Денис Андреевич (RU),
Никулин Сергей Львович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Открытое акционерное общество
"Свердловский научно-исследовательский
институт химического машиностроения"
(ОАО "СвердНИИхиммаш") (RU),
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (ФГАОУ ВПО "УрФУ имени
первого Президента России Б.Н.
Ельцина") (RU)****(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ
ЭЛЕКТРОМАГНИТОПРОВОДЯЩЕГО МАТЕРИАЛА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к электромашиностроению и касается получения электроизоляционного покрытия на поверхности алюминиевого обмоточного провода электрических машин, работающих в экстремальных условиях воздействия радиационных полей и высоких температур. Способ включает окисление поверхности алюминиевого обмоточного провода при температуре 100-200°C в атмосфере сухого воздуха до образования слоя покрытия толщиной менее 100 нм, который далее обрабатывают суспензией, содержащей однозамещенный фосфат алюминия и тонкоизмельченный оксид алюминия. Причем второй слой покрытия наносят из суспензии, соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов в которой составляет 1:0,6, и при температуре 240-250°C, а внешний слой покрытия наносят из суспензии, в которой соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов составляет 1:0,4, при температуре 250-300°C. Изобретение позволяет без использования защитной атмосферы или вакуума получить на поверхности

алюминиевого обмоточного провода электроизоляционное покрытие с повышенными электрической прочностью и электросопротивлением.

Изобретение относится к электромашиностроению и касается способа получения электроизоляционного и жаростойкого покрытия, в частности на поверхности алюминиевого обмоточного провода, используемого для производства электрических машин, работающих в экстремальных условиях воздействия радиационных полей и высоких температур.

Известен способ получения электроизоляционных покрытий на электромагнитопроводящих материалах в виде трансформаторной стали (патент РФ №2463384, МПК С23С 22/74, публ. 10.10.2012 г.), по которому суспензию, содержащую тальк или нефелин, борную кислоту, ортофосфорную кислоту и воду используют для получения покрытия методом окунания или распыления и последующей термообработки при температуре 750-850°C в защитной азотно-водородной атмосфере.

Известное изобретение имеет следующие недостатки:

- из-за значительной концентрации ортофосфорной кислоты произойдет фосфатирование основы (обрабатываемой поверхности) с образованием солей, которые ухудшают свойства покрытия;
- отсутствует операция первичной обработки поверхности трансформаторной стали, что уменьшает адгезионное сцепление покрытия с основой;
- необходимость применения азотно-водородной атмосферы;
- необходимость использования высокотемпературного оборудования;
- недостаточная электрическая прочность и электросопротивление.

В качестве прототипа выбрано техническое решение по авт.свид. СССР №157587, опубликованное 03.10.1963 г., бюл. №18.

В способе-прототипе электромагнитопроводящий материал в виде трансформаторной стали предварительно окисляют, далее обрабатывают окисью магния или составами, содержащими окись магния, при температурах, превышающих 1100°C, покрывают фосфатными растворами при температуре 500-600°C. С целью повышения пластических свойств сырого покрытия, адгезии его к металлу и улучшения стеклообразования, к технической окиси магния добавляют каолин, валостонит, только циркон или окись циркония, двуокись титана, глинозем. Для получения фосфатного покрытия используют 40-50% водный раствор фосфорной кислоты или ее смеси с водными растворами фосфата аммония, однозамещенных фосфатов магния или алюминия.

Недостатками данного известного изобретения являются следующие:

- наличие высокотемпературной обработки и, соответственно, необходимость использования стойкого оборудования;
- использование концентрированного нагретого до 500-600°C раствора ортофосфорной кислоты, ведущее к образованию кислых солей, что ухудшает свойства покрытия;
- недостаточная электрическая прочность и электросопротивление покрытия;
- необходимость обработки в азоте или в вакууме. Вышеописанные недостатки исключены благодаря совокупности существенных признаков заявляемого технического решения.

Заявляемый способ получения электроизоляционного покрытия на поверхности алюминиевого обмоточного провода включает окисление поверхности алюминиевого обмоточного провода и последующую обработку суспензией, содержащей тонкоизмельченный оксид алюминия и однозамещенный фосфат алюминия при повышенной температуре.

Способ получения электроизоляционного покрытия на поверхности алюминиевого обмоточного провода электрических машин включает окисление поверхности провода при температуре 100-200°C в атмосфере сухого воздуха до образования слоя покрытия толщиной менее 100 нм, который далее обрабатывают суспензией, содержащей однозамещенный фосфат алюминия и тонкоизмельченный оксид алюминия, при этом второй слой покрытия наносят из суспензии, соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов в которой составляет 1:0,6, и при температуре 240-250°C, а внешний слой покрытия наносят из суспензии, в которой соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов составляет 1:0,4, при температуре 250-300°C.

Способ характеризуется тем, что окисление поверхности алюминиевого обмоточного провода проводят до образования слоя покрытия толщиной менее 100 нм (до образования нанослоя), при этом второй слой покрытия наносят из суспензии, соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов в которой составляет 1:0,6,

при температуре 240-250°C, а внешний слой покрытия наносят из суспензии, в которой соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов составляет 1:0,4, при температуре 250-300°C.

Задачами способа получения электроизоляционного покрытия на поверхности алюминиевого обмоточного провода являются:

- повысить электрическую прочность и электросопротивление покрытия;
- исключить использование концентрированного раствора ортофосфорной кислоты;
- исключить из состава покрытия многокомпонентные добавки;
- исключить использование защитной атмосферы или вакуума для получения покрытия.

Указанные задачи решаются тем, что предварительное окисление поверхности алюминиевого обмоточного провода создает покрытие толщиной до 100 нм, которое обладает высокими адгезионными свойствами к основе и пластичностью. Дальнейшие (последующие) слои имеют в составе оксид алюминия и раствор однозамещенного фосфата алюминия с переменным соотношением ингредиентов и температурой обработки, повышающейся по мере увеличения числа слоев в покрытии до 250-300°C.

Совокупность признаков заявляемого технического решения - способа получения электроизоляционного покрытия на поверхности алюминиевого обмоточного провода - имеет отличие от прототипа, не следует явным образом из изученного уровня техники, поэтому авторы считают, что способ является новым и имеет изобретательский уровень.

Способ получения электроизоляционного покрытия позволяет улучшить качество покрытия и сделать его пригодным для защиты алюминиевых обмоточных проводов электрических машин и упростить технологию получения алюминиевых обмоточных проводов с неорганическим покрытием.

Способ получения электроизоляционного покрытия осуществляют следующим образом.

Алюминиевый обмоточный провод подвергают окислению при температуре 100-200°C в атмосфере сухого воздуха в течение суток. Толщина окисленного слоя покрытия не более 100 нм, что определяет высокие адгезионные и пластические характеристики первичного электроизоляционного слоя покрытия. Дальнейшие слои покрытия наносят методом протирки и кисти суспензии, с переменным содержанием однозамещенного фосфата алюминия и оксида алюминия крупностью менее 0,5 мкм. Однозамещенный фосфат алюминия имел массовые доли P_2O_5 - 39%, Al_2O_3 - 16% с плотностью 1,5 г/см³.

Во втором слое покрытия соотношение однозамещенного фосфата алюминия и оксида алюминия в массовых частях составляет 1:0,6. Толщина слоя покрытия составляет 4-6 мкм после термообработки при 240-250°C в атмосфере сухого воздуха.

В третьем слое покрытия соотношение однозамещенного фосфата алюминия и оксида алюминия составляет 1:0,4. Толщина слоя 4-6 мкм после термообработки при 250-300°C. Термообработку ведут также в атмосфере сухого воздуха после укладки алюминиевого обмоточного провода в катушку статора.

В результате электроизоляционное покрытие имело сопротивление $10^{13} \cdot 10^{15}$ Ом·м и электрическую прочность 70 В/м.

Формула изобретения

Способ получения электроизоляционного покрытия на поверхности алюминиевого обмоточного провода электрических машин, включающий окисление поверхности алюминиевого обмоточного провода при температуре 100-200°C в атмосфере сухого воздуха до образования слоя покрытия толщиной менее 100 нм, который далее обрабатывают суспензией, содержащей однозамещенный фосфат алюминия и тонкоизмельченный оксид алюминия, при этом второй слой покрытия наносят из суспензии, соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов в которой составляет 1:0,6, и при температуре 240-250°C, а внешний слой покрытия наносят из суспензии, в которой соотношение массовых частей упомянутых ингредиентов составляет 1:0,4, при температуре 250-300°C.